

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **184 284** (13) U1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[B29C 64/20 \(2017.01\)](#)[B29C 64/364 \(2017.01\)](#)[B33Y 30/00 \(2015.01\)](#)[B33Y 40/00 \(2015.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 18.02.2019)
Пошлина: учтена за 3 год с 28.12.2019 по 27.12.2020

(21)(22) Заявка: [2017146288](#), 27.12.2017(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.12.2017Дата регистрации:
22.10.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.12.2017

(45) Опубликовано: [22.10.2018](#) Бюл. № [30](#)

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: CN 106313544 A, 11.01.2017. DE
19939616 C5, 21.05.2008. DE 4300478 C2, 20.
05. 1998. US 5121329 A, 09.06.1992. RU
2535187 C1, 10.12.2014.

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина, Центр интеллектуальной
собственности, Шульгину Д.Б.

(72) Автор(ы):

Фефелов Алексей Сергеевич (RU),
Москвин Петр Александрович (RU),
Дылдин Валерий Сергеевич (RU),
Меркушев Алексей Геннадьевич (RU)

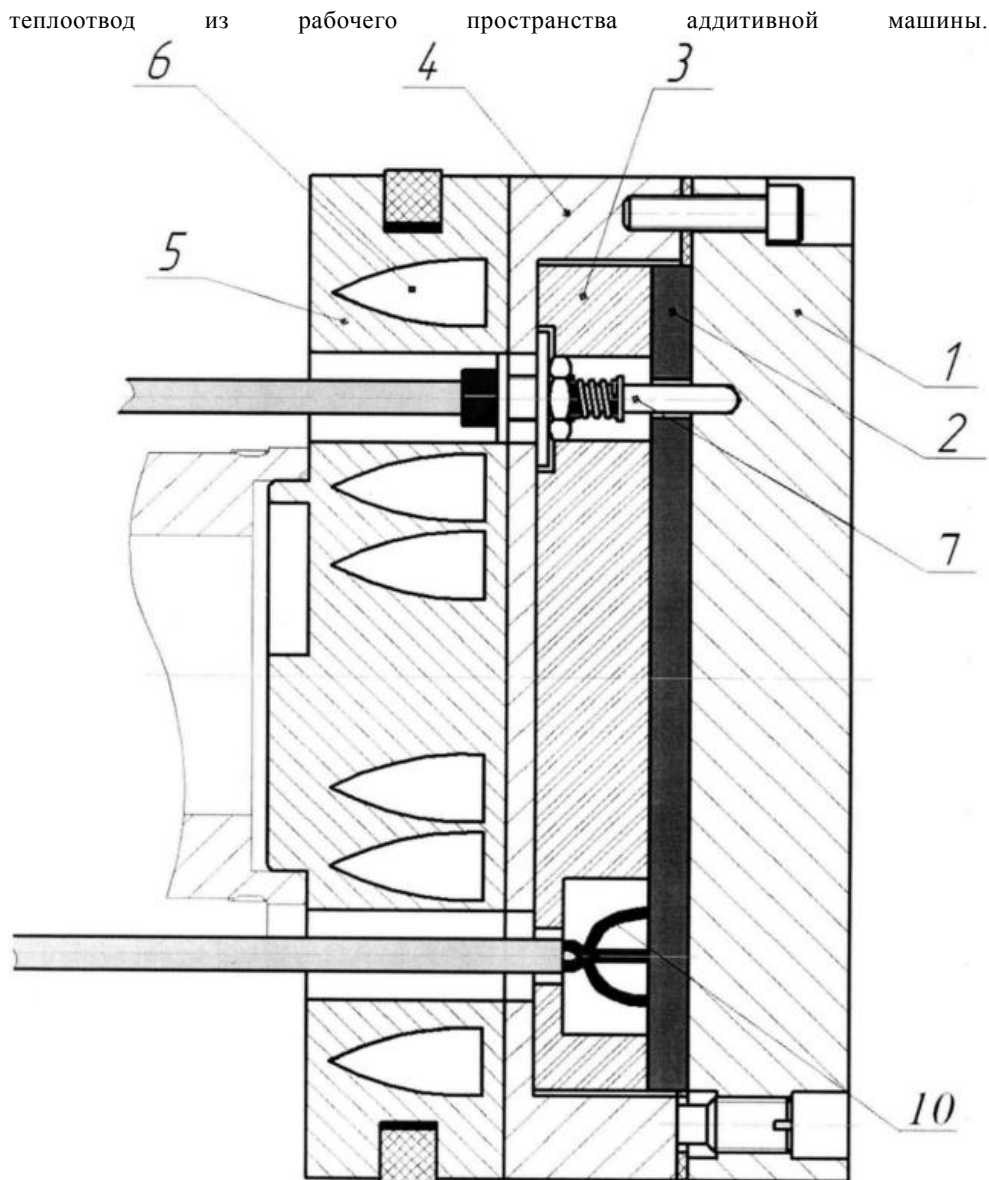
(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина" (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ РАБОЧЕГО СТОЛА АДДИТИВНОЙ МАШИНЫ

(57) Реферат:

Предлагается полезная модель, обеспечивающая отвод избытков тепла из рабочего пространства под столом аддитивной машины при создании объектов трехмерной печати. Технический результат направлен на повышение эффективности теплоизоляции пространства под рабочим столом аддитивной машины. Предлагаемое средство теплоотвода, содержащее алюминиевую плиту с точками подвода (8) и отвода (9) охлаждающей жидкости, отверстиями для подвода электропитания (10) к нагревательному элементу (2) и термодатчику (7), а также отверстиями для крепежных элементов, содержит внутренний канал для охлаждающей жидкости (6), при этом указанный внутренний канал имеет готическую конусообразную форму поперечного сечения, благодаря чему происходит преимущественный отвод тепла от зон рабочего стола, ближе расположенных к части канала с большим поперечным сечением (см. Фиг. 1), а зоны с меньшим поперечным сечением внутреннего канала способствуют градиенту тепла, обеспечивающему активную теплоизоляцию и



Фиг. 1

Заявленное техническое решение относится к области аддитивных технологий, в частности к промежуточным устройствам, использующим способы селективного послойного сплавления порошков и более конкретно к средствам теплообмена, теплоизоляции и охлаждения рабочего пространства при создании объектов трехмерной печати.

Уровень техники

В процессе изготовления трехмерного объекта технологиями трехмерной печати методом селективного лазерного сплавления поверхность рабочего стола нагревают до высокой температуры выше 200°C .

Такая высокая температура должна сохраняться только над поверхностью стола, а пространство вокруг стола и под ним должно иметь температуру окружающей среды.

Обычно под нагревательным элементом предусмотрена термоизоляция, которая выполняет функцию сдерживающего фактора и временно препятствует повышению температуры в пространстве под столом.

Известно устройство для изготовления трехмерного объекта [DE 19939616 Ф1]. В этом устройстве согласно уровню техники, строительное пространство обычно нагревается до температуры $100-150^{\circ}\text{C}$ во время процесса лазерного сплавления.

Недостатком устройства для изготовления трехмерного объекта является то, что внешнее нагревание до более высоких температур невозможно из-за большой термической нагрузки.

Известны теплообменные аппараты (патент РФ 2535187) с неподвижными плоскими или пластинчатыми каналами для двух теплоносителей, изготовленные методами аддитивных технологий.

Поскольку указанные теплообменники изготавливают способом аддитивных технологий, они позволяют избежать трудоемких сборочных операций при их изготовлении, но не обеспечивают необходимой тепловой изоляции рабочего пространства под столом.

Известен 3D принтер с охлаждающим устройством (заявка CN 201510338912 А, опубликована 11 января 2017 №106313544 А), который может быть выбран в качестве

прототипа предлагаемой полезной модели. Охлаждающее устройство известного 3D принтера установлено у дна рабочего стола. При этом охлаждающее устройство представляет собой S-образную трубку, а подача охлаждающей жидкости реализована с использованием управляющего устройства и питающего устройства, при этом охлаждающая жидкость может протекать через S-образную трубку, поглощая тепло от создаваемого объекта так, что объект можно формировать быстро, добиваясь охлаждающего эффекта и повышая качество печати.

Недостатком указанного охлаждающего устройства является наличие S-образной трубки равномерного сечения, не обеспечивающего необходимого градиента теплоотвода.

Для отвода избытков тепла из пространства под столом предлагается установить средство теплоизоляции и теплоотвода. Предлагается полезная модель, обеспечивающая теплоизоляцию и отвод тепла из пространства под рабочим столом аддитивной машины, которая помогает решить указанные выше проблемы, является простым в эксплуатации и повышает технологичность и качество процессов трехмерной печати.

Описание полезной модели

Задача предлагаемой полезной модели заключается в обеспечении отвода избытков тепла из рабочего пространства под столом аддитивной машины при создании объектов трехмерной печати. Технический результат направлен на повышение эффективности теплоизоляции пространства под рабочим столом аддитивной машины.

Технический результат достигается тем, что предлагаемое средство теплоотвода, содержащее алюминиевую плиту сточками подвода/отвода охлаждающей жидкости, отверстиями для подвода электропитания к нагревательному элементу (2) и термодатчику (7), а также отверстиями для крепежных элементов, содержит внутренний канал для охлаждающей жидкости, при этом указанный внутренний канал имеет готическую конусообразную форму поперечного сечения, благодаря чему происходит преимущественный отвод тепла от зон рабочего стола, ближе расположенных к части канала с большим поперечным сечением (см. Фиг. 1), а зоны с меньшим поперечным сечением внутреннего канала способствуют градиенту тепла, обеспечивающему активную теплоизоляцию и теплоотвод из рабочего пространства аддитивной машины.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 Рабочий стол аддитивной установки в разрезе.

- 1 - платформа построения изделия
- 2 - нагревательный элемент
- 3 - термоизоляция
- 4 - рабочий стол
- 5 - средство теплоотвода
- 6 - канал для охлаждающей жидкости (вода) конусообразной готической формы
- 7 - термодатчик.

Фиг. 2 Схема средства теплоотвода рабочего стола аддитивной машины

- 6 - канал для охлаждающей жидкости (вода)
- 7 - термодатчик
- 8 - точка ввода охлаждающей жидкости (вода)
- 9 - точка отвода охлаждающей жидкости (вода)
- 10 - точка подвода электропитания к нагревательному элементу.

Фиг. 3 Схема внутреннего канала конусообразной готической формы теплоотводящего средства

Система активной теплоизоляции и теплоотвода представляет собой устройство (плиту) с внутренним каналом (6) для охлаждающей жидкости, точками подвода (8) отвода (9) охлаждающей жидкости, отверстиями для подвода электропитания (10) к нагревательному элементу (2) и термодатчику (7), а также отверстиями для крепежных элементов.

Размер внутреннего канала подбирают, исходя из конструкции аддитивной машины, наличия крепежных отверстий, прочностных характеристик стола, скорости и давления охлаждающей жидкости. Активная теплоизоляция рабочего стола представляет собой алюминиевую плиту с внутренним каналом готической конусообразной формы в поперечном сечении, проходящим под всей поверхностью дна рабочего стола. Расположение канала по площади охлаждения зависит от наличия и расположения отверстий для крепежных изделий, а также отверстий для прокладки электрических проводов к нагревателю и термодатчику. Теплоизоляция получается активной, поскольку позволяет автоматически менять температуру и скорость протекания жидкости, в зависимости от температуры рабочего стола в процессе сплавления изделия.

Так как плиту теплоизоляции устанавливают между рабочим столом и механизмом перемещения стола, то для крепления плиты к рабочему столу и механизму перемещения требуются винты (крепежные изделия) для крепления плиты к столу и механизму перемещения. Для этого в плите делают резьбовые отверстия, которые необходимо обойти, выполняя внутренний канал для прохождения охлаждающей жидкости.

Перевернутая конусообразная готическая форма канала обеспечивает максимальную площадь поверхности соприкосновения с дном рабочего стола в

своей широкой части, что способствует улучшенному отбору тепла, а уменьшение сечения канала внизу обеспечивает увеличение прочности конструкции и лучшему сопротивлению вертикальным нагрузкам от рабочего стола, за счет расширения стенки канала внизу, что позволяет сделать стенки канала в верхней части менее 2 мм.

Криволинейные боковые стенки канала способствуют лучшему перемешиванию холодной и горячей охлаждающей жидкости внутри канала (турбулентности потока жидкости), что повышает теплоотдачу.

Кривизна канала, радиус поворота, скорость потока жидкости моделируют и оптимизируют в графическом пакете SolidWorks (модуль FlowSimulation), а затем полученную CAD-модель печатают на аддитивной машине EOSINTM280 (Германия, EOS). Изготовить такую теплоизоляцию по традиционной технологии невозможно.

Система работает следующим образом:

При нагреве поверхности нагревательного элемента (2) до заданной температуры, термодатчик (7) дает команду на включение насоса системы охлаждения, который подает охлаждающую жидкость (воду), через точку ввода (8) в каналы для охлаждающей жидкости (6). Жидкость, проходя по каналам, отбирает излишнее тепло от рабочего стола (4) и выходит через точку отвода (9) в систему охлаждения жидкости (стандартный чиллер).

Изготовление такого устройства с множеством отверстий разной величины и внутренним каналом сложного конусообразного сечения для прохождения жидкости очень сложно, трудоемко и дорого. Кроме того, наличие внутреннего канала предполагает изготовление такого устройства по меньшей мере из двух частей с абсолютно точным расположением всех отверстий, что не только удорожает изготовление такого устройства, но и делает его менее прочным и надежным, так как любое соединение требует уплотнения (герметизации), дополнительных крепежных отверстий и т.д.

Исходя из вышесказанного, предлагается изготовить это устройство по аддитивной технологии, так как эта технология позволяет сплавлять изделия с внутренними каналами. Таким образом, в результате мы получим устройство из цельного металла не имеющее разъемов, не требующее дополнительных уплотнений и с минимальным количеством отверстий для крепежных элементов. А готическая конусообразная форма канала способствует лучшему теплообмену при более высокой прочности изделия, что очень сложно выполнить по традиционной технологии.

Форму и размер внутреннего канала подбирают, исходя из конструкции устройства, наличия крепежных отверстий, прочностных характеристик материала, скорости и давления охлаждающей жидкости.

Для изготовления предлагаемой полезной модели создают цифровую (CAD) трехмерную модель устройства, которую передают в аддитивную машину модели EOSINT M280 (EOS, Германия) для последующего сплавления устройства из алюминиевого порошка.

Пример реализации полезной модели

Оператором аддитивной машины устанавливают технологические режимы сплавления устройства охлаждения, в частности:

- величину сплавления слоя порошка (30-60 мкм);
- мощность источника лазерного излучения (250-400 Вт);
- величину фокусного пятна источника лазерного излучения на поверхности порошка (50-100 мкм);
- скорость и траекторию перемещения лазерного луча (до 2 м/сек);
- температуру подогрева платформы (120°C).

После чего, оператор запускает программу изготовления устройства.

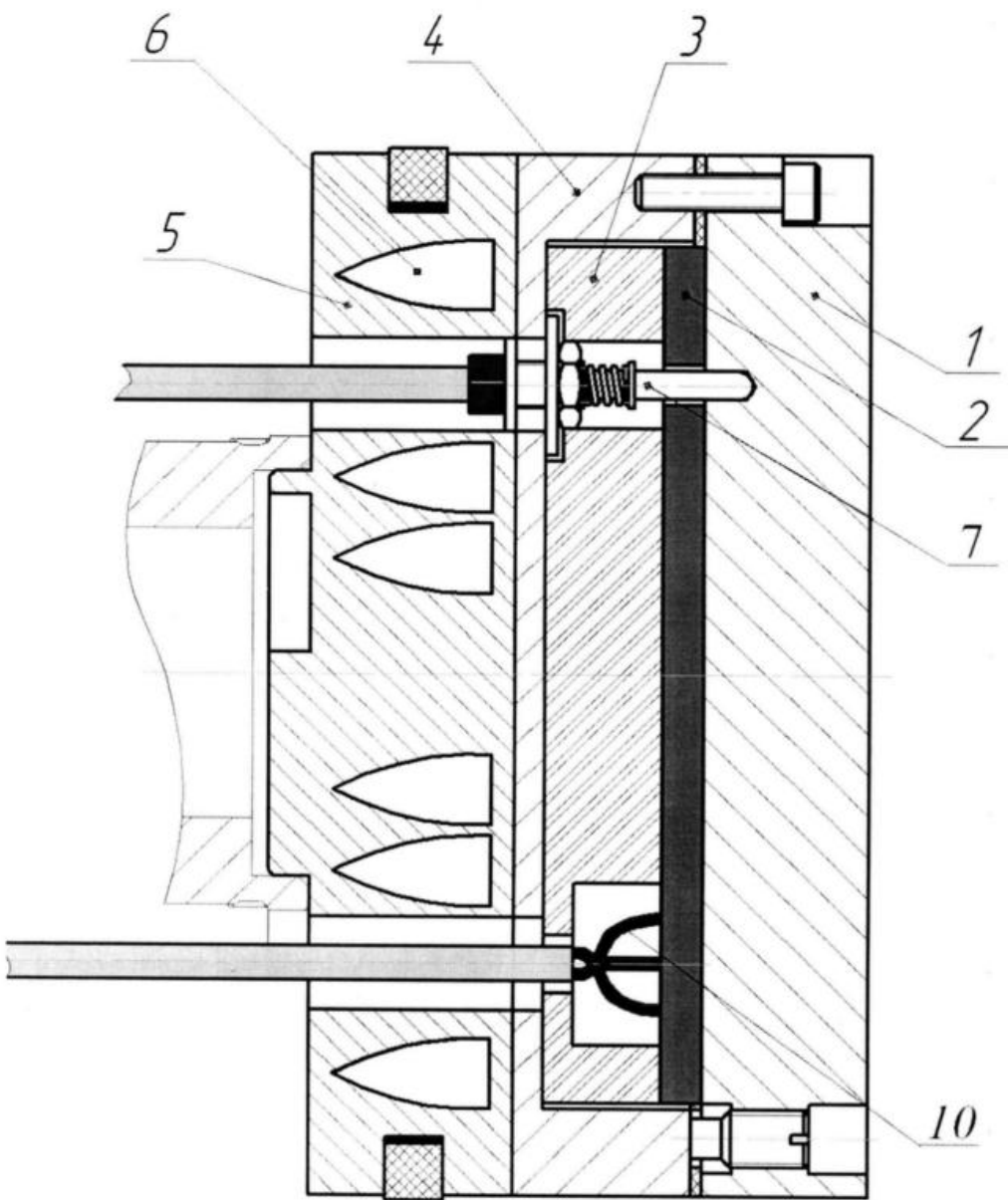
По окончании изготовления оператор очищает устройство от остатков порошка, включая внутренний канал, нарезают резьбу для входного и выходного отверстий подводов охлаждающей жидкости.

Формула полезной модели

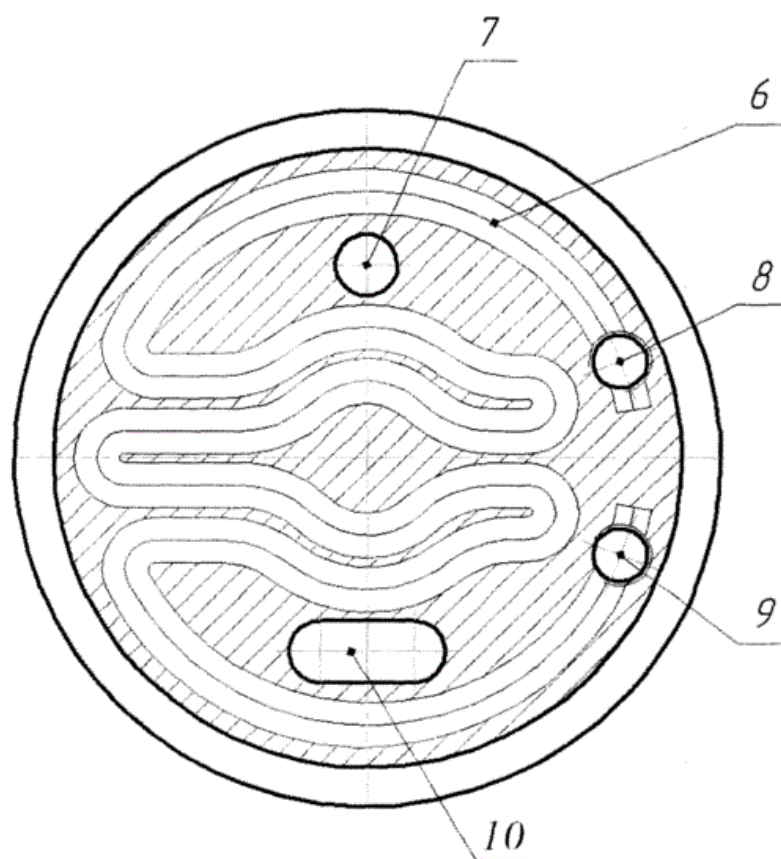
1. Устройство теплоизоляции рабочего стола аддитивной машины, содержащее алюминиевую плиту с отверстиями для крепежа и для подвода электропитания (10) к нагревательному элементу (2), имеющую канал для охлаждающей жидкости (6), термодатчик (7), точку подвода (8) и точку отвода (9) тепла, отличающееся тем, что указанный канал выполнен по технологии селективного лазерного сплавления и имеет сечение готической конусообразной формы, как это изображено на фиг. 3.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что при выполнении его по технологии селективного сплавления используют следующие параметры:

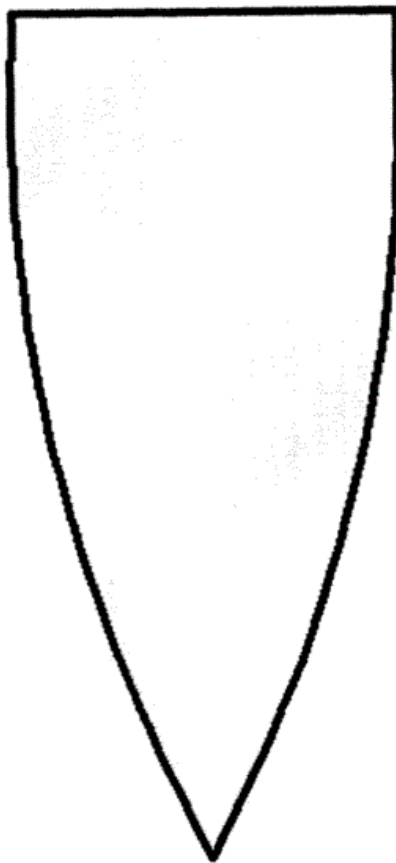
- толщина сплавления слоя порошка 30-60 мкм;
- мощность источника лазерного излучения 250-400 Вт;
- величина фокусного пятна источника лазерного излучения на поверхности порошка 50-100 мкм;
- скорость перемещения лазерного луча до 2 м/с;
- температура подогрева платформы 120°C.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3.